

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-213651

(43)公開日 平成9年(1997)8月15日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/268			H 0 1 L 21/268	B
21/20			21/20	

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-20225

(22)出願日 平成8年(1996)2月6日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 伊藤 政隆

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

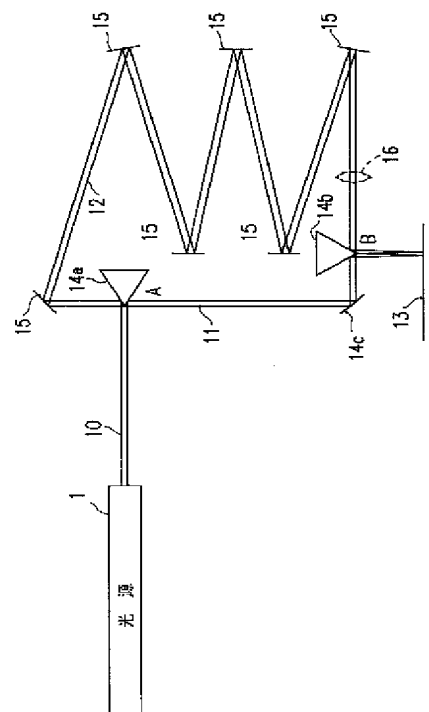
(74)代理人 弁理士 山本 秀策

(54)【発明の名称】 半導体薄膜の製造装置および半導体薄膜の製造方法

(57)【要約】

【課題】 基板全面に渡って、均一で良質な結晶性半導体薄膜を形成する。

【解決手段】 光源1からのレーザー光10をレーザー光11、12に分割し、一定の光路長差を与える。レーザー光11、12を合成して半導体薄膜13表面に照射する。各々のレーザー光11、12が時間的にずれて重ね合わせられるので、ビームのパルス幅を変化させることができ、また、アニール温度を変化させて予備加熱や徐冷を行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非晶質半導体薄膜表面にレーザー光を照射してアニールすることにより該非晶質半導体薄膜を多結晶化する半導体薄膜の製造装置において、該レーザー光を出射する光源と、該光源からのレーザー光を複数のレーザー光に分割する光分割手段と、分割された複数のレーザー光に、互いに一定の光路長差を与える光学手段と、互いに一定の光路長差を有する複数のレーザー光を合成して該非晶質半導体薄膜表面に照射する光合成手段とを有する半導体薄膜の製造装置。

【請求項2】 非晶質半導体薄膜表面にレーザー光を照射してアニールすることにより該非晶質半導体薄膜を多結晶化する半導体薄膜の製造方法において、光源からのレーザー光を複数のレーザー光に分割し、互いに一定の光路長差を与えた後、該複数のレーザー光を合成して該非晶質半導体薄膜表面に照射する半導体薄膜の製造方法。

【請求項3】 前記複数のレーザー光の内の少なくとも2つは、一定の時間、前記半導体薄膜の同一部分を同時に照射する請求項2に記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項4】 前記複数のレーザー光の内の少なくとも1つは、他のレーザー光に比べて、前記半導体薄膜の広い範囲を照射する請求項2または3に記載の半導体薄膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アクティブマトリックス型の画像表示装置やイメージセンサー等に利用できる多結晶半導体薄膜の製造装置および多結晶半導体薄膜の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】アクティブマトリックス型液晶表示装置やイメージセンサー等に用いられるTFT（薄膜トランジスタ）には、薄膜状のシリコン半導体を用いるのが一般的である。この薄膜状のシリコン半導体としては、非晶質シリコン（a-Si）半導体からなるものと、結晶性を有するシリコン半導体からなるものの2つに大別される。

【0003】これらのシリコン半導体のうち、非晶質シリコン半導体は成膜温度が低く、化学気相法を用いて比較的容易に作製することが可能で量産性に富むため、最も一般的に用いられている。しかし、非晶質シリコン半導体は、導電性等の物性が結晶性を有するシリコン半導体に比べて劣っている。そのため、今後、より高速特性を得るべく、結晶性を有するシリコン半導体からなるTFTの作製方法の確立が強く求められていた。尚、結晶性を有するシリコン半導体としては、多結晶性シリコン、微結晶性シリコン等が知られている。

【0004】従来、結晶性を有する薄膜状のシリコン半導体を得る方法としては、以下の3つの方法が知られている。

【0005】第1の方法は、成膜時に結晶性を有するシリコン半導体膜を直接成膜する方法である。

【0006】第2の方法は、予めシリコン半導体膜を成膜しておき、熱エネルギーを加えることにより結晶性を有せしめる方法である。

【0007】第3の方法は、予めシリコン半導体膜を成膜しておき、レーザー光のエネルギーにより結晶性を有せしめる方法である。

【0008】しかし、これらの方法には以下のような問題点がある。

【0009】第1の方法としては、LSIプロセスで用いられる減圧気相成長法が一般的に知られているが、成膜工程の際に結晶化が同時に進行するので、大粒径の結晶性シリコンを得るためにシリコン膜を厚膜にすることが不可欠である。しかし、厚膜にした場合には表面の凹凸が大きくなって、均質な半導体物性を有する膜を基板上に全面に渡って成膜することが技術上困難である。また、成膜温度が600℃以上と高いので、安価なガラス基板が使用できないというコスト上の問題があった。

【0010】第2の方法は、大面積基板に対応できるという利点はあるが、結晶化に際して600℃以上の高温にて数十時間にわたる加熱処理を必要とする。従って、安価なガラス基板の使用とスループットの向上を実現させようとする、加熱温度を下げると共に短時間で結晶化させるという相反する問題を同時に解決する必要がある。

【0011】第3の方法は、近年、大出力のエキシマレーザーが開発されたため、新しい結晶化方法として開発が活発化している。その結晶化方法として、ガラス基板上に成膜された多結晶半導体薄膜または非晶質半導体薄膜に高エネルギービームのレーザー光を照射し、これにより熔融・固化させて、粒界のきれいな粗大粒の多結晶半導体層または単結晶半導体層を形成する方法などが提案されている（特開平3-72617号など）。現状のレーザーでは、大面積基板を1ショットで照射するにはレーザーの出力が低い、一般的にはビームを走査して照射する方法が用いられている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述のレーザー光によるアニール法には、以下のような2つの問題点がある。1つ目の問題は、半導体薄膜の熔融・固化が短時間に急速に起こるため、半導体薄膜表面に凹凸が生じることである。2つ目の問題は、レーザー光のビームエッジ部分では照射部と非照射部との温度差が生じて急冷されるため、結晶性の異なる領域ができてしまうことである。

【0013】これを防ぐために、基板をヒーターにより

加熱する方法や、別の光源を用いて周辺部を照射することにより基板を予備加熱する方法が提案されている。しかし、前者の基板をヒータにより加熱する方法では、ガラス基板の使用温度範囲による制限があり、また、後者の他の光源を用いる方法では、光の混在によりレーザーアニール工程の不安定要因を増やす原因にもなる。

【0014】本発明は上記従来技術の課題を解決するためになされたものであり、レーザーアニール時に生じる結晶性の不均一性と表面の凹凸を防ぐことができ、レーザーアニール時の予備加熱をより簡便に安定して行うことができる半導体薄膜の製造装置および半導体薄膜の製造方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体薄膜の製造装置は、非晶質半導体薄膜表面にレーザー光を照射してアニールすることにより該非晶質半導体薄膜を多結晶化する半導体薄膜の製造装置において、該レーザー光を出射する光源と、該光源からのレーザー光を複数のレーザー光に分割する光分割手段と、分割された複数のレーザー光に、互いに一定の光路長差を与える光学手段と、互いに一定の光路長差を有する複数のレーザー光を合成して該非晶質半導体薄膜表面に照射する光合成手段とを有し、そのことにより上記目的が達成される。

【0016】本発明の半導体薄膜の製造方法は、非晶質半導体薄膜表面にレーザー光を照射してアニールすることにより該非晶質半導体薄膜を多結晶化する半導体薄膜の製造方法において、光源からのレーザー光を複数のレーザー光に分割し、互いに一定の光路長差を与えた後、該複数のレーザー光を合成して該非晶質半導体薄膜表面に照射し、そのことにより上記目的が達成される。

【0017】前記複数のレーザー光の内の少なくとも2つは、一定の時間、前記半導体薄膜の同一部分を同時に照射するものであってもよく、前記複数のレーザー光の内の少なくとも1つは、他のレーザー光に比べて、前記半導体薄膜の広い範囲を照射するものであってもよい。

【0018】以下、本発明の作用について説明する。

【0019】本発明にあつては、光源からのレーザー光を複数のレーザー光に分割して、互いに一定の光路長差を与えている。この複数のレーザー光を合成すると、各々のレーザービームが時間的にずれて重ね合わせられ、非晶質半導体薄膜表面に照射される。

【0020】このように2つ以上のレーザー光を時間的にずらして重ね合わせることににより、ビームのパルス幅が変化し、アニール温度が滑らかに変化して予備加熱や徐冷を行うことができる。

【0021】光路長差を適宜設定することにより、レーザービームの遅延時間を調整して重ね合わせ時間を制御し、アニール温度に時間的なプロファイルを設定することができる。また、分割されたレーザー光の照射領域を異ならせることにより、半導体薄膜の面内でアニール温度

に分布を設けることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0023】図1は、本発明の一実施形態である半導体薄膜の製造装置を示す概略構成図である。この装置は、レーザー光を出射する光源1と、光源1からのレーザー光10を複数、ここでは2つのレーザー光11、12に分割するためのビームスプリッター方式のプリズムミラー14aと、分割された2つのレーザー光11、12に一定の光路長差を与えるための複数の、ここでは6つの全反射ミラー15と、別光路を経たレーザー光11、12を合成して出射する光合成手段14b、例えばプリズムミラー等と、レーザー光11を光合成手段14bへ導くための全反射ミラー14cとを備えている。前記プリズムミラー14bは、光入射面で光を反射させるものである。

【0024】この装置を用いた半導体薄膜の製造は、以下のようにして行うことができる。図1に示すように、基板上に堆積された非晶質半導体薄膜表面13に線状レーザー光を走査して照射する際、1本のレーザー光10をA点でプリズムミラー14aによりレーザー光11、12に分割する。このプリズムミラー14aは、光源1側の2表面が全反射ミラーとなっている。次に、レーザー光11、12に、全反射ミラー15により一定の光路長差L(m)を設けて、B点で光合成手段14bにより合成する。合成されたレーザー光を同一の非晶質半導体薄膜表面13に照射して非晶質半導体薄膜を多結晶化する。このとき、前記光合成手段14bと非晶質半導体薄膜表面13との間に集光レンズを設け、図1のように光径を縮径するようにしてもよい。

【0025】ここで、光の速度をC(m/s)とすると、光路差L(m)があるため、レーザー光12はレーザー光11よりもL/C(s)遅延して半導体薄膜に照射される。これを時間的に考えると、図2に示すように、2つのレーザービーム11、12が時間的にずれて重なることになる。従って、図3に示した時間領域T1ではレーザー光11のみによる照射でアニールが行われ、時間領域T2ではレーザー光11および12による最大エネルギーの照射でアニールが行われ、時間領域T3ではレーザー光12のみによる照射でアニールが行われる。

【0026】照射されるレーザーエネルギーにより、アニール温度は図3に示した実線21のように変化するので、時間領域T1では予備加熱、時間領域T2では結晶化アニール、時間領域T3では徐冷の熱的プロセスを1つのレーザー光により行うことができる。

【0027】レーザー光10は、2本以上であればいくつに分割してもよく、その分割された2つ以上のレーザー光の重ね合わせによりアニール温度をより滑らかに変

化させて、予備加熱や徐冷を行うことができる。このようにした場合には、過度の温度差や温度変化が生じず、表面の凹凸や結晶の不均一性を防ぐことができるので、大面積基板全面に渡って良好な多結晶膜を得ることができる。

【0028】分割したレーザー光11、12の遅延時間を適宜設定することにより、特に付加的な熱源を設けることなく、アニール温度の時間的なプロファイル进行调整することができ、簡便に安定したアニールを行うことができる。なお、図1では遅延時間の設定に6個の全反射ミラー15を所定距離離して設けているがこれに限らない。例えば、離隔距離を同一として全反射ミラー15の数を変えたり、または、ミラー15の数を同一として離隔距離を変えたり、または、ミラー15での反射角度等を変更してその位置関係を変えることなどしてもよい。また、全反射ミラーを使用する構成に代えて、プリズム等を用いて遅延時間を設定するようにすることもできる。

【0029】また、レーザー光11の照射領域をレーザー光12の照射領域と異ならせることにより、半導体薄膜の面内に温度分布を設けることもできる。例えば、レーザー光11の照射領域をレーザー光12の照射領域よりも広げたり、逆に狭くするためには、光路内にコリメーションレンズ16（図1に破線にて示す）を挿入してビーム幅を調整するようにすればよい。

【0030】アニールする半導体薄膜に合わせてアニール温度や時間を変化させることができるので、アニールの最適化を図ることができる。

【0031】上記レーザー光源としては、XeClエキシマレーザーやKrF、ArFエキシマレーザー等を用いることができる。

【0032】レーザー光を分割する分割手段としては、プリズム以外にハーフミラーを用いたビームスプリッター等を用いてもよい。

【0033】アニールされる半導体薄膜は、非晶質であっても多結晶であってもよく、用途、膜厚、形状等に応じて最適なアニールを行うことができる。

【0034】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図1を参照しながら説明する。

【0035】（実施例1）本実施例では、レーザー光源1としてパルス幅40nsecのXeClレーザーを用いた。まず、光源1から出射されたレーザー光10を、ビームスプリッター14aにより第1のレーザー光11と第2のレーザー光12とに分割した。次に、第1レーザー光11と第2のレーザー光12との光路長差Lを、全反射ミラー15により1m～6mとした。その後、第1のレーザー光11と第2のレーザー光12とを光合成手段14bにより再度合成し、同一のアニール面13に照射した。

【0036】レーザー光11とレーザー光12との光路長差Lによる時間的なずれは、 $1\text{m} \sim 6\text{m} / 3 \times 10^8\text{m/sec} = 3.3 \sim 20\text{nsec}$ となる。

【0037】従って、予備加熱の時間および徐冷の時間を3.3～20nsecの範囲で変化させることができる。また、高エネルギーでレーザーが照射される結晶化アニール時間は、ビームの重なり時間となり、予備照射時間に応じて36.7～20nsecの範囲で変化させることができる。

【0038】本実施例1では、レーザービームを50%の割合で分割してレーザー光11、レーザー光12としたが、ビーム分割比率を変化させることにより、予備加熱と徐冷のビーム比率を変化させることができる。

【0039】（実施例2）本実施例では、第1のレーザー光11の照射範囲を第2のレーザー光12の照射範囲よりも広くすべく、第1のレーザー光11の光路内にコリメーションレンズを挿入し、照射面での結像の大きさを調整した。

【0040】この場合、時間的にも平面的にも温度プロファイルを変化させることが可能となり、アニールされる半導体薄膜の用途や膜形状に応じたアニールの最適化を図ることができる。

【0041】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、半導体薄膜を多結晶化するアニールにおいて、予備加熱、結晶化アニールおよび徐冷の時間や面内での温度分布を、アニールされる半導体薄膜に応じて最適化することができる。従って、大面積基板全面に渡って、均一で良好な多結晶半導体薄膜を得ることができる。

【0042】また、予備加熱や徐冷に付加的な熱源を必要としないので、簡便に安定したアニールを行うことができ、製造工程の簡略化およびコスト低減を図ることができる。

【0043】本発明を、特に、アクティブマトリックス型液晶表示パネルの製造に利用した場合、オフ電流の小さい画素スイッチングTFETの均一化と、周辺駆動回路部のTFETの高性能化とを同時に満足させることができる。従って、同一基板上にアクティブマトリックス表示部と周辺駆動回路部を構成するドライバモノリシック型アクティブマトリックス基板を実現でき、さらに、CPU等の薄膜集積回路も同一基板上に作製することができる。従って、モジュールのコンパクト化、高性能化、低コスト化、さらにはシステム・オン・パネル化を図ることができ、非常に有効な発明である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態である半導体薄膜の製造装置を示す概略構成図である。

【図2】本発明における分割された複数のレーザー光の重なり合いを説明するための図である。

【図3】本発明における照射エネルギーの時間的变化を示す図である。

【符号の説明】

1 レーザー光源

10、11、12 レーザー光

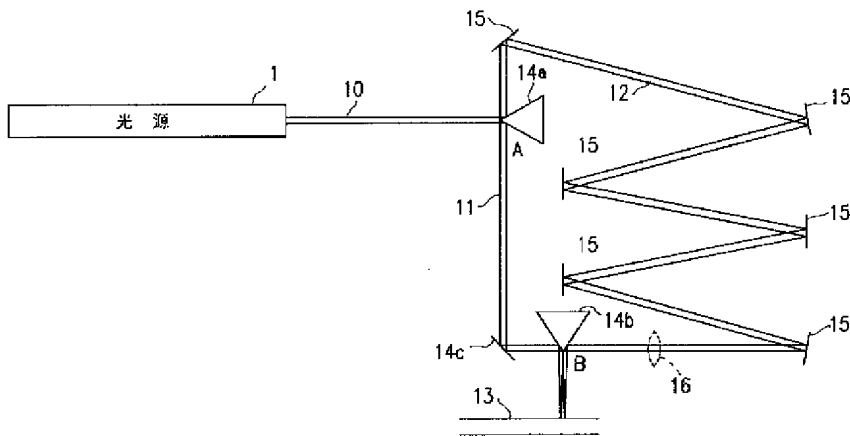
13 アニール面

14a プリズムミラー

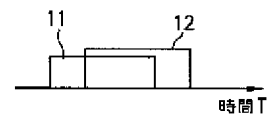
14b 光合成手段（プリズムミラー）

15 全反射ミラー

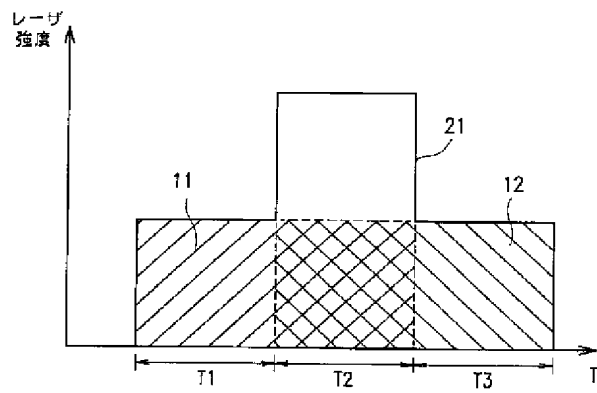
【図1】



【図2】



【図3】



PAT-NO: JP409213651A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09213651 A
TITLE: SEMICONDUCTOR THIN FILM MANUFACTURING DEVICE AND
METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR THIN FILM
PUBN-DATE: August 15, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ITO, MASATAKA	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHARP CORP	N/A

APPL-NO: JP08020225
APPL-DATE: February 6, 1996

INT-CL (IPC): H01L021/268 , H01L021/20

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a uniform and good quality crystalline semiconductor film overall surface of a substrate.

SOLUTION: The laser beam 10 is separated to laser beams 11 and 12 and predetermined difference of the length of light paths is assigned. The beam that is the synthesized laser beams 11 and 12 irradiates the surface of a semiconductor thin film 13. The laser beams 11 and 12 are overlapped each other shifting in timing, the pulse width of the beams can be changed, and preheating or slow cooling can be performed by changing anneal temperature.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO